

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-010141

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

B11

(51)Int.Cl.

G01P 3/487  
G01D 5/245

(21)Application number : 08-308384

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 19.11.1996

(72)Inventor : MORIMOTO YASUO  
TERADA YASU HARU

(30)Priority

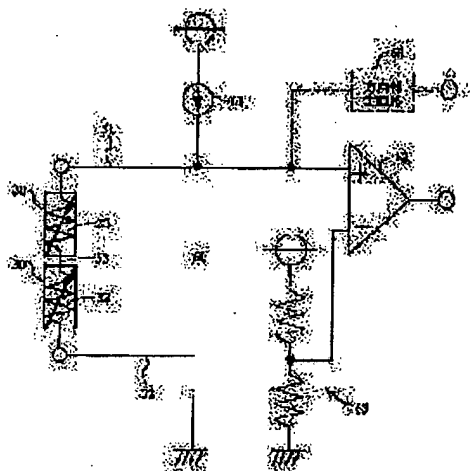
Priority number : 08107992 Priority date : 26.04.1996 Priority country : JP

## (54) MAGNETIC ROTATION DETECTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain many pulse signals per one rotation with a simple circuit constitution.

**SOLUTION:** A plurality of magnetoresistance elements 20 and 30 are arranged at the positions, which are separated by the non-integer times of one magnetic-pole width of an N pole and an S pole so as to face the magnetized surface, where the N pole and the S pole are alternately magnetized on a rotary body along the rotating direction. The magnetoresistive elements 20 and 30 have artificial grid films 22 and 32, wherein magnetic bodies and non-magnetic bodies are alternately laminated. The artificial grid films 22 and 32 are connected in series to each other. At the same time, a constant current is made no flow through the artificial grid films 22 and 32 by a constant current source circuit 61. The pulse-train signal in correspondence with the change in resistance values of the magnetoresistive elements 20 and 30 accompanied by the rotation of the rotary body is obtained by the voltage change across both terminals of the artificial grid films 22 and 32.



(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-10141

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月18日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

片内整理番号

G 0 1 P 3/487

G 0 1 D 5/245

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 3/487

D

G 0 1 D 5/245

R

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平8-308384

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 11月19日

(31) 優先権主張番号

特願平8-107992

(32) 優先日

平 8 (1996) 4 月28日

(33) 優先権主張国

日本 (J P)

(71) 出願人

000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者

森本 泰生

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車株式会社内

(72) 発明者

寺田 康晴

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動

車株式会社内

(74) 代理人

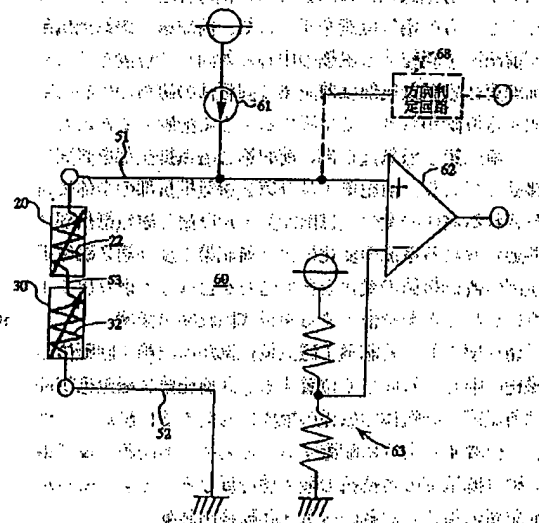
弁理士 長谷 昭一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 磁気式回転検出装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な回路構成で、一回転当たりで多数のパルス信号を得ることができるようにする。

【解決手段】 回転体に回転方向に沿ってN極とS極とを交互に等間隔で着磁した着磁面に対向して、複数の磁気抵抗素子20、30をN極とS極の一磁極幅の非整数倍だけ隔てた位置に配置する。磁気抵抗素子20、30は磁性体と非磁性体とを交互に積層した人工格子膜22、32を有している。人工格子膜22、32は互いに直列に接続されるとともに、定電流源回路61により同人工格子膜22、32に一定の電流が流されていて、人工格子膜22、32の両端子間の電圧変化により、回転体の回転に伴う磁気抵抗素子20、30の抵抗値の変化に対応したパルス列信号を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔に着磁してなる回転体と、前記回転体の着磁面に対向して設けられてなり同回転体の回転に伴って変化する磁界の強さに応じてそれぞれ抵抗値の変化する複数の磁気抵抗部を有する磁気抵抗手段とを備えた磁気式回転検出装置において、前記複数の磁気抵抗部を前記回転体の回転方向の異なる位置に前記N極及びS極の各磁極幅の非整数倍関係にある間隔を隔てて配置するとともに直列に接続してなり、前記複数の磁気抵抗部の全体に付与される電圧の変化又は前記複数の磁気抵抗部に共通に流れる電流の変化により前記複数の磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにしたことを特徴とする磁気式回転検出装置。

【請求項2】 前記複数の磁気抵抗部の前記回転体の回転方向の距離を前記N極及びS極の各磁極幅の半分の距離と異ならせるとともに、前記複数の磁気抵抗部のうちの少なくとも一つの抵抗の最大値を異ならせるようにした前記請求項1に記載の磁気式回転検出装置。

【請求項3】 同軸的に配置されて一体的に回転するとともに回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔にそれぞれ着磁してなる第1及び第2回転体と、前記第1及び第2回転体の各着磁面に対向してそれぞれ設けられてなり同第1及び第2回転体の回転に伴って変化する磁界の強さに応じてそれぞれ抵抗値の変化する第1及び第2磁気抵抗部を有する磁気抵抗手段とを備えた磁気式回転検出装置において、前記第1回転体のN極及びS極の各磁極に対する前記第2回転体のN極及びS極の各磁極の回転方向の相対位置及び前記第1磁気抵抗部に対する前記第2磁気抵抗部の回転方向の相対位置のうちの少なくとも一方の相対位置をずらして、前記第1磁気抵抗部が前記第1回転体の磁極の中心に対向して位置するとき前記第2磁気抵抗部は前記第2回転体の磁極の中心に対向する位置から外れて位置するように配置するとともに、前記第1磁気抵抗部と前記第2磁気抵抗部を直列に接続してなり、前記第1及び第2磁気抵抗部の全体に付与される電圧の変化又は前記第1及び第2磁気抵抗部に共通に流れる電流の変化により前記第1及び第2磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにしたことを特徴とする磁気式回転検出装置。

【請求項4】 前記第1磁気抵抗部が前記第1回転体の磁極の中心に対向して位置するとき前記第2磁気抵抗部は前記第2回転体の磁極の境界に対向する位置からも外れて位置するように配置するとともに、前記第1及び第2磁気抵抗部の各抵抗の最大値を異ならせるようにした前記請求項3に記載の磁気式回転検出装置。

【請求項5】 前記請求項1～4のいずれか一つに記載の磁気抵抗部を、磁性体と非磁性体を交互に積層した人工格子膜で構成した磁気式回転検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両などの各種装置に組み込まれて回転部分の回転角、回転方向、回転速度などを磁気的に検出する磁気式回転検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の装置は、特開平4-152212号公報に示されているように、回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔に着磁してなる回転体の着磁面に対向するように2個の磁気抵抗部を配置するとともに、各磁気抵抗部の間隔を着磁ピッチ（N極及びS極の各磁極幅の2倍の長さ）の $\lambda/8$ に設定している。そして、これらの磁気抵抗部に各定電流源回路からそれぞれ独立に定電流を流して、回転体の回転に伴い各磁気抵抗部の両端に現れる電圧を取り出すとともに基準電圧とそれぞれ比較した後、各比較結果の排他論理和をとって出力するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の装置にあっては、磁気抵抗部に接続するための配線数は必ず3本以上必要になるとともに、2個以上の定電流源回路が必要になり、さらに排他論理和をとる回路も必要となるので、磁気抵抗部の周辺回路が複雑になるという問題がある。また、この従来の装置では、回転体の回転方向を検出することはできないという問題もある。

【0004】

【発明の概要】本発明の第1の特徴は、上記前者の問題に対処するためになされたもので、その構成上の特徴は、複数の磁気抵抗部を回転体の回転方向の異なる位置にN極及びS極の各磁極幅の非整数倍関係にある間隔を隔てて配置するとともに直列に接続して、複数の磁気抵抗部の全体に付与される電圧の変化又は複数の磁気抵抗部に共通に流れる電流の変化により前記複数の磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにしたことにある。この場合、前記磁気抵抗部を、磁性体と非磁性体を交互に積層した人工格子膜で構成することが好ましい。

【0005】この構成によれば、直列に接続した複数の磁気抵抗部に一つの定電流源回路によって定電流を流したり、直列に接続した複数の磁気抵抗部の両端に一つの定電圧源回路によって定電圧を付与すればよいので、定電流源回路又は定電圧源回路の構成が簡単になるとともに、複数の磁気抵抗部への配線数を2本にできる。さらに、複数の磁気抵抗部を各磁極幅の非整数倍関係にある間隔を隔てて配置し、複数の磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようになっているので、排他論理和回路などを用いなくても回転体の回転に伴って一回転当たり多数のパルスを取り出すことができる。その結果、この発明によれば、簡単な構成で回転体の低速回転をも検出できるようになる。

【0006】また、本発明の第2の特徴は、前記従来装置の後者の問題を解決するためになされもので、前記第1の特徴を有する磁気式回転検出装置において、前記複数の磁気抵抗部の回転体の回転方向の距離を各磁極幅の非整数倍関係に保った上で各磁極幅の半分の距離と異ならせるとともに、複数の磁気抵抗部のうちの少なくとも一つの抵抗の最大値を異ならせるようにしたことにある。この構成によれば、複数の磁気抵抗部のうちの少なくとも一つが回転体の回転に伴ってレベルの異なるパルス信号を出力させるように作用するとともに、隣り合うパルス信号の間隔を異ならせるので、これらのレベルの異なるパルス信号の出力順序により回転体の回転方向も検出できるようになる。

【0007】また、本発明の第3の特徴は、前記従来装置の前者の問題を解決するためになされもので、同軸的に配置されて一体的に回転するとともに回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔にそれぞれ着磁してなる第1及び第2回転体を設けるとともに、これらの第1及び第2回転体の各着磁面に対向して第1及び第2磁気抵抗部を設け、第1回転体のN極及びS極の各磁極に対する第2回転体のN極及びS極の各磁極の回転方向の相対位置及び第1磁気抵抗部に対する第2磁気抵抗部の回転方向の相対位置のうちの少なくとも一方の相対位置をずらして、第1磁気抵抗部が第1回転体の磁極の中心に対向して位置するとき第2磁気抵抗部は第2回転体の磁極の中心に対向する位置から外れて位置するように配置するとともに、第1磁気抵抗部と前記第2磁気抵抗部を直列に接続し、第1及び第2磁気抵抗部の全体に付与される電圧の変化又は第1及び第2磁気抵抗部に共通に流れる電流の変化により第1及び第2磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにしたことにある。この場合、前記第1及び第2磁気抵抗部を、磁性体と非磁性体を交互に積層した人工格子膜で構成することが好ましい。

【0008】この構成によっても、直列に接続した第1及び第2磁気抵抗部に一つの定電流源回路によって定電流を流したり、直列に接続した第1及び第2磁気抵抗部の両端に一つの定電圧源回路によって定電圧を付与すればよいので、定電流源回路又は定電圧源回路の構成が簡単になるとともに、第1及び第2磁気抵抗部への配線数を2本にできる。さらに、第1磁気抵抗部が第1回転体の磁極の中心に対向して位置するとき第2磁気抵抗部は第2回転体の磁極の中心に対向する位置から外れて位置するように配置し、第1及び第2磁気抵抗部の各抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようになっているので、排他論理回路などを用いなくとも回転体の回転に伴って一回転当たり多数のパルス信号を取り出すことができる。その結果、この発明によれば、簡単な構成で回転体の低速回転をも検出できるようになる。

【0009】さらに、本発明の第4の特徴は、前記従来

装置の後者の問題を解決するためになされもので、前記第3の特徴を有する磁気式回転検出装置において、第1磁気抵抗部が第1回転体の磁極の中心に対向して位置するとき、第2磁気抵抗部は第2回転体の磁極の中心に対向する位置から外れて位置するようにした上で、第2磁気抵抗部は第2回転体の磁極の境界に対向する位置からも外れて位置するように配置するとともに、第1及び第2磁気抵抗部の各抵抗の最大値を異ならせるようにしたことにある。この構成によれば、第1及び第2磁気抵抗部が第1及び第2回転体の回転に伴ってレベルの異なるパルス信号を出力するように作用するとともに、隣り合うパルス信号の間隔を異ならせるので、これらのレベルの異なるパルス信号の出力順序により回転体の回転方向も検出できるようになる。

【0010】

【発明の実施の形態】

a. 第1実施形態

まず、本発明の第1実施形態について説明すると、図1は同実施形態に係る磁気式回転検出装置を原理的に示しており、図2は図1の一部を直線状に展開するとともに拡大して示している。この磁気式回転検出装置は、環状部材の外周面に回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔に着磁してなる回転体10と、回転体10の着磁面に対向して配置された磁気抵抗手段を構成する複数の磁気抵抗素子20、30とを備えている。

【0011】回転体10は、例えば図3に示すように車輪(図示しない)が接続されるハブベアリング41の内側端に固定したリング部材42の外周上に固定されており、車輪と連動して回転する。磁気抵抗素子20、30は回転体10に対向して設けたブラケット43にそれぞれ固定されており、同ブラケット43は、ハブベアリング41をボールベアリング44を介して回転可能に支持するキャリア45の内側端に固定したカバー46に固定されている。カバー46にはコネクタ47が接続されており、同コネクタ47はリード線51、52を介して磁気抵抗素子20、30に接続されている。

【0012】磁気抵抗素子20、30は、図4に示すように、鏡面仕上げしたシリコン基板上に絶縁層としてのシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)を形成した酸化膜付きのシリコン基板21、31上に、鉄ニッケルNiFeなどの磁性体からなるバフファ層を設け、さらにバフファ層上に線状パターン化された強磁性体と非磁性体を交互に積層してなる多層構造の人工格子膜22、32(複数の磁気抵抗部)により構成されている。なお、人工格子膜22、32は、シリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)などからなる保護膜により覆われ、同保護膜上にはアルミニウムからなる電極23、24、33、34が露出している。このように構成した磁気抵抗素子20、30においては、それらの電極23、24間及び電極33、34間の各抵抗値が人工格子膜22、32の面に平行な方向の境界の強

さの変化に対して大きく変化することが知られている。図5に示すように、水平方向の磁界の強さが「0」のとき人工格子膜22、32の抵抗値が最大になるとともに、例えば、水平方向の±300ガウスの磁界の強さで人工格子膜22、32の抵抗値はほぼ最小となり（飽和し）、±300ガウスの磁界の強さの変化に対して抵抗変化率はほぼ20パーセント程度である。なお、抵抗変化率は（最大抵抗値－最小抵抗値）／（最大抵抗値）として定義される。

【0013】ふたたび図1、2の説明に戻ると、磁気抵抗素子20、30は、その板面を回転体10の着磁面及び回転体10の回転方向に直交させるとともに回転体10の回転方向の異なる位置に配設されており、両素子20、30の間隔はN極及びS極の各磁極幅のほぼ半分に設定されている。なお、人工格子膜22、32も、回転体10の着磁面にほぼ平行かつ回転方向に直行するように配設されている。

【0014】次に、磁気抵抗素子20、30の電気的配線について説明する。磁気抵抗素子20、30は、電極24、34間を接続するリード線53により直列に接続されている。一方、磁気抵抗素子20、30の電極23、33はリード線51、52及びコネクタ47を介して車体に組み込まれた電気回路60に接続されている。電気回路60は、図6に示すように、定電流源回路61及び比較器62を備えている。定電流源回路61はリード線51に接続されて磁気抵抗素子20、30に一定の電流を流す。比較器62は正側入力端にてリード線51を介して磁気抵抗素子20、30の一端に接続されるとともに負側入力端にて基準電圧源63に接続されており、リード線51の電圧が基準電圧源63からの基準電圧V<sub>ref</sub>以上になったとき矩形形状のパルス信号を出力する。リード線52は電気回路60内にて接地されている。

【0015】次に、上記のように構成した第1実施形態の動作を説明すると、車輪が回転すると、回転体10もハブベアリング41及びリング部材42を介して車輪に連動して回転する。一方、磁気抵抗素子20、30はキャリア45に固定されているので、回転体10が磁気抵抗素子20、30に対して相対回転することになる。この場合、磁気抵抗素子20、30の間隔はN極及びS極の各磁極幅の半分に設定されているので、各磁極の着磁面から垂直に出入りする磁界であって、人工格子膜22、32の面内を平行に通過する磁界の強さは図7(A)(C)に示すように互いに $\pi/2$ だけ位相のずれた正弦波状に変化する。そして、回転体10の回転に伴い、磁気抵抗素子20、30が各磁極の境目に位置するとき人工格子膜22、32の抵抗値は大きな値を示し、それ以外の位置では小さな値を示す。人工格子膜22、32の抵抗値は図5に示す特性で変化するので、人工格子膜22、32（電極23、24間及び電極33、34間）の

各抵抗値は回転体10の回転に伴い図7(B)(D)のように変化する。

【0016】いま、人工格子膜22、32には定電流源回路61によって一定の電流が流れているので、人工格子膜22、32の両端間の電圧は、各磁極幅の半分に対応した周期毎に高くなり、比較器62の正側入力端には図7(E)に示すような急峻なパルス列信号が供給される。一方、比較器62の負側入力端には基準電圧源63からの基準電圧V<sub>ref</sub>が与えられているので、比較器62は一磁極当たり2個の矩形形状のパルス列信号を出力する。このパルス列信号は図示しない演算回路に供給され、同演算回路はこのパルス列信号に基づいて回転体の回転速度、回転角、回転角速度などを計算する。

【0017】上記作動説明からも理解できるように、上記第1実施形態によれば、直列に接続した複数の磁気抵抗素子20、30すなわち人工格子膜22、32（複数の磁気抵抗部）に一つの定電流源回路61によって定電流を流して、磁気抵抗素子20、30の各抵抗値の変化を電圧値として合成して取り出すとともに、同電圧値と基準電圧V<sub>ref</sub>とを比較器62により比較するようにしたので、磁気抵抗素子20、30への配線数を2本にできるとともに、電気回路60の構成を簡単にできる。また、磁気抵抗素子20、30は磁極幅の半分の長さに等しい間隔をおいて配置されているので、回転体10が一磁極分だけ回転する間に2個のパルス信号を得ることができ、回転体10の低速回転をも検出できるようになる。

【0018】（変形例1）上記第1実施形態においては、直列接続した磁気抵抗素子20、30（人工格子膜22、32）に定電流を流して、同磁気抵抗素子20、30の全体に付与される電圧の変化により各磁気抵抗素子20、30の抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにした。しかし、直列接続した磁気抵抗素子20、30（人工格子膜22、32）に定電圧を付与して、同磁気抵抗素子20、30に共通に流れる電流の変化により各磁気抵抗素子20、30の抵抗値の変化を表す信号を合成して取り出すようにしてもよい。

【0019】この場合、図8に示すように、電気回路60内に定電圧源回路64及び電流検出用の抵抗65を設ける。定電圧源回路64はリード線51を介して磁気抵抗素子20、30の一端に接続され、抵抗65は一端にてリード線52を介して磁気抵抗素子20、30の他端に接続されるとともに他端にて接地されている。電気回路60には基準電圧源66に接続された比較器67も設けられており、同比較器67には抵抗65に付与される電圧が供給されるようになっている。

【0020】このように構成した変形例1においても、回転体10の磁気抵抗素子20、30に対する相対回転により、人工格子膜22、32（電極23、24間及び電極33、34間）の抵抗値は図7(B)(D)のように変

化する。したがって、抵抗65に流れる電流は図7(E)のバース位置にて減少して、同抵抗65の端子電圧は図7(E)の信号波形図を上下逆さまにしたように変化し、比較器67の負側入力端には負方向に変化するバース列信号が供給されることになる。そして、比較器67はバース列信号を基準電圧源66からの基準電圧 $V_{ref}$ と比較して、バース列信号の電圧レベルが基準電圧 $V_{ref}$ 以下のとき矩形波状のバース列信号を発生するので、この変形例1においても上記第1実施形態と同様な出力信号を得ることができる。

【0021】したがって、この変形例1においても、磁気抵抗素子20、30への配線数を2本にできるとともに、電気回路60の構成を簡単にできる。また、この場合も、磁気抵抗素子20、30は磁極幅の半分の長さに等しい間隔を設けて配置されているので、回転体10が一磁極分だけ回転する間に2個のバース信号を得ることができ、回転体10の低速回転をも検出できるようになる。

【0022】(変形例2) 上記第1実施形態においては、回転体10の外周面に着磁するとともに同外周面に対向させて磁気抵抗素子20、30を配置するようにした。しかし、図9に示すように、回転体10の上面にN極及びS極を等間隔に回転方向に沿って着磁するとともに、磁気抵抗素子20、30を、それらの磁気抵抗素子20、30(人工格子膜22、32)の面が着磁面に垂直かつ径方向を向くように配置するようにしてもよい。また、この場合も、磁気抵抗素子20、30の間隔は一磁極幅の半分に設定する。このように磁気抵抗素子20、30を配置するようにしても、同磁気抵抗素子20、30を上述した図6、8に示すように電気回路60に接続するようにすれば、N極及びS極の各着磁面に垂直に出入りする磁界であって、回転体10の回転に伴い人工格子膜22、32の面内を平行に通過する磁界の強さの変化にตอบสนองして、上記第1実施形態及びその変形例1の場合と同様なバース列信号を得ることができる。

【0023】(変形例3) 上記第1実施形態においては、回転体10の着磁面に垂直に出入りする磁界を利用するようにしたが、着磁面に水平な磁界の変化を利用することもできる。この場合、図10に示すように、磁気抵抗素子20、30(人工格子膜22、32)の面を着磁面に平行であって、人工格子膜22、32が回転体10の回転方向に対して直角に延設するように磁気抵抗素子20、30を配置する。そして、人工格子膜22、32の回転体10の回転方向間隔を磁極幅の半分に設定するとともに、同人工格子膜22、32を直列に接続する。このように磁気抵抗素子20、30を配置した場合、各磁極の上方位置にて水平方向の磁界は小さくかつ各磁極の境目上方にて水平方向の磁界は大きくなるので、人工格子膜22、32が各磁極の中央に対向する位置にあるときその抵抗値は大きな値を示し、かつ各磁極

の境目に対向する位置にあるときその抵抗値は小さな値を示すことになる。

【0024】このように回転体10の着磁面に平行な磁界の変化を利用するようにしても、磁気抵抗素子20、30を図6、8と同様に電気回路60に接続するようにすれば、上記第1実施形態及びその変形例1と同様なバース信号を取り出すことができる。

【0025】また、このように回転体10の着磁面に平行な磁界の変化を利用する場合、磁気抵抗素子20、30を着磁面に対して平行に配置するので、図11に示すように、一つの磁気抵抗素子70のシリコン基板71上に2つの人工格子膜(磁気抵抗部)72、73を設けるようにしてもよい。この場合、人工格子膜72、73を磁気抵抗素子70内にて磁極幅の半分の間隔をあけて平行に延設させておくとともに直列接続しておき、人工格子膜72、73の両端に電極74、75を設けるようにしておけばよい。そして、人工格子膜72、73の面が回転体10の着磁面に平行かつ人工格子膜72、73の延設方向が回転体10の回転方向と直角になるように、磁気抵抗素子20、30を配置する。これによれば、上記図10の場合と同様な効果が期待されるとともに、磁気抵抗素子70として一つのみ利用することになるので、同素子70の組付けが簡単になる。

【0026】(変形例4) 上記第1実施形態、その変形例2及び図10に示す変形例3においては、磁気抵抗素子20、30として同一のものを用意するようにしたが、図12(A)(B)に示すように、磁気抵抗素子20の人工格子膜22の幅を太くするとともに、磁気抵抗素子30の人工格子膜32の幅を細く構成するようにしてもよい。そして、この場合には、磁気抵抗素子20、30(人工格子膜22、32)の回転体10の回転方向の間隔を磁極幅の半分より小さく又は大きくしておく(例えば、磁極幅の3分の1に設定しておく)。これによれば、同一の磁界の強さに対して、人工格子膜22の最大抵抗値は人工格子膜32の最大抵抗値より小さくなるので、図6、8の比較器に入力されるバース列信号の電圧レベルが磁気抵抗素子20によるものと磁気抵抗素子30によるものと異なるようになる。すなわち、図6のように配線した場合には、磁気抵抗素子30によるバース信号のレベル(図14(C)(D)参照)が磁気抵抗素子20によるバース信号のレベル(図14(A)(B)参照)よりも高くなる。また、図8のように配線した場合には、負方向のバース信号であるが、その高さに関しては、磁気抵抗素子30による場合の方が磁気抵抗素子20による場合よりも大きくなる。

【0027】その結果、比較器62、67に入力されるバース列信号は図14(E)に示すようになる。したがって、図6、8に破線で示すように、方向判定回路68をリード線51に接続しておいて、比較器62、67に供給されるバース列信号を入力するようにすれば、方向判

定回路68はレベルの異なるパルス信号と位相(発生順序)により回転体10の回転方向も検出できるようになる。

【0028】また、図11に示す変形例3においては、図13に示すように、人工格子膜(磁気抵抗部)72、73の幅を異ならせるようにすればよい。なお、この場合も、人工格子膜72、73の回転方向の間隔を磁極幅の半分とは異ならせるようにする。これによっても、図14(E)に示すようなパルス列信号が取り出されるので、回転体10の回転方向が検出可能となる。

【0029】また、この変形例4においては、人工格子膜22、32、72、73の幅を異ならせるようにしたが、人工格子膜22、32、72、73の幅が同一であっても、人工格子膜22、32又は72、73の長さを異ならせたり、人工格子膜22、32又は72、73の着磁面に対する距離を異ならせたりするようにして、回転体10の回転に伴うパルスレベルを人工格子膜毎に異ならせるようにしてもよい。すなわち、回転体10の回転に伴うパルスレベルを異ならせるために、磁界に強さに対する人工格子膜22、32又は72、73の抵抗値の最大値を異ならせるようにする手段であれば、どのような手段を採用してもよい。

【0030】(その他の変形例)なお、上記第1実施形態、その変形例1〜変形例3においては、人工格子膜22、32又は72、73の回転方向の間隔を磁極幅の半分に設定するようにしたが、直接接続した人工格子膜22、32又は72、73により発生される合成パルス列信号の各パルスが重ならないようにすれば、前記人工格子膜22、32又は72、73の回転方向の間隔を磁極幅の半分以外の値に設定してもよい。

【0031】また、回転体10の着磁面に対向させる磁気抵抗素子20、30(人工格子膜22、32)の数を3以上にしてもよい。これによれば、回転体10の回転より磁極当たり3個以上のパルス信号を取り出すことができるようになり、回転体10のより低速な回転を精度よく検出できるようになる。

【0032】また、上記第1実施形態及びその各種変形例においては、磁気抵抗手段として人工格子膜22、32、72、73を有する磁気抵抗素子20、30、70を用いるようにしたが、比較的感度の高い磁気抵抗素子であって複数の磁気抵抗素子を配置しても、パルス信号が重ならずに取り出すことができれば、他の磁気抵抗手段を用いることもできる。

【0033】b. 第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態について説明すると、図15は同実施形態に係る磁気式回転検出装置を原理的に示している。この磁気式回転検出装置は、環状部材の外周面に回転方向に沿ってN極とS極を交互かつ等間隔にそれぞれ着磁してなる第1及び第2回転体10A、10Bと、各回転体10A、10Bの各着磁面に対向し配置さ

れた磁気抵抗素子20Aとを備えている。

【0034】第1及び第2回転体10A、10Bも上記第1実施形態と同様にリング部材42の外周上に同軸的に固定されていて一体的に回転するが、両回転体10A、10Bは軸線方向に多少の距離を隔てて配置されている。また、第1及び第2回転体10A、10Bにおいては、N極及びS極の各磁極の中心が磁極幅のほぼ半分だけ互いにずれて着磁されている。磁気抵抗素子20Aも、上記第1実施形態と同様に、ブラケット43に固定されとともに、シリコン基板21、31上に設けた人工格子膜22、32及び電極23、24を備え、その板面を第1及び第2回転体10A、10Bの両着磁面及び両回転体10A、10Bの回転方向に直交させている。しかし、この場合、人工格子膜22は上記第1実施形態の場合に比して長く構成されており、一方の端部に近い第1磁気抵抗部22aが第1回転体10Aの着磁面に対向して配置されているとともに、他方の端部に近い第2磁気抵抗部22bが第2回転体20Bの着磁面に対向している。電極23、24も、リード線51、52を介して上記第1実施例と同様に構成された電気回路60(図17参照)に接続されている。

【0035】次に、上記のように構成した第2実施形態の動作を説明する。この場合も、車輪が回転すると、第1及び第2回転体10A、10Bが磁気抵抗素子20Aすなわち第1及び第2磁気抵抗部22a、22bに対して相対回転する。第1及び第2磁気抵抗部22a、22bは一直線上に位置しているとともに、第1及び第2回転体10A、10Bの各磁極は磁極幅の半分の距離だけずらして着磁されているので、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bと第1及び第2回転体10A、10Bが図18(A)のように位置しているときには、磁気抵抗部22bの抵抗値が極めて大きな値となる。また、磁気抵抗部22a、22bと第1及び第2回転体10A、10Bが、図18(B)のような配置関係にあれば磁気抵抗部22a、22bの抵抗値は共に小さな値となり、図18(C)のような配置関係にあれば磁気抵抗部22aの抵抗値が極めて大きな値となる。

【0036】この関係を磁界の強さと電極23、24間の出力電圧の関係から説明すると、各磁極の着磁面から垂直に出入りする磁界であって、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bを通過する磁界の強さは図7(A)(C)に示すように互いに $\pi/2$ だけ位相のずれた正弦波状に変化する。そして、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bの抵抗値は第1及び第2回転体10A、10Bの回転に伴い図7(B)(D)のように変化して、電極23、24間の出力電圧も図7(B)(D)のように変化する。したがって、比較器62の正側入力端には、図7(B)(D)の波形を合成した図7(E)のようなパルス列信号が現れ、このパルス列信号が上記第1実施形態の場合と同様に基準電圧源63からの基準電圧Vrefと比較されるので、



比較器62は、第1及び第2回転体10A、10Bが一磁極相当角度だけ回転すると、2個の矩形状のパルス列信号を出力する。このパルス列信号も、図示しない演算回路に供給され、同演算回路はこのパルス列信号に基づいて回転体の回転速度、回転角、回転角速度などを計算する。

【0037】上記作動説明からも理解できるように、上記第2実施形態によれば、直列に接続した第1及び第2の磁気抵抗部22a、22b（人工格子膜22）に一つの定電流源回路61によって定電流を流して、磁気抵抗部22a、22bの各抵抗値の変化を電圧値として合成して取り出すとともに、同電圧値と基準電圧 $V_{ref}$ とを比較器62により比較するようにしたので、磁気抵抗素子20A（第1及び第2磁気抵抗部22a、22b）への配線数を2本にできるとともに、電気回路60の構成を簡単にできる。また、第1及び第2回転体10A、10Bの磁極の中心位置を回転方向にずらして、第1磁気抵抗部22aが第1回転体10Aの磁極の中心に対向して位置するとき第2磁気抵抗部22bは第2回転体10Bの磁極の中心に対向する位置から外れて位置するようにしたので、第1及び第2回転体10A、10Bが一磁極相当分だけ回転する間に2個のパルス信号を得ることができ、第1及び第2回転体10A、10Bの低速回転をも検出できるようになる。

【0038】なお、上記第2実施形態においては一つの磁気抵抗素子10A内に第1及び第2磁気抵抗部22a、22bを直列に設けるようにしたが、各磁気抵抗部22a、22bを別々の磁気抵抗素子内にそれぞれ設けて、同各磁気抵抗部22a、22bが第1及び第2回転体10A、10Bの着磁面に一直線上に対向するように配置してもよい。

【0039】（変形例1）上記第2実施形態においては、各磁極が磁極幅の半分だけ回転方向に互いにずれるように第1及び第2回転体10A、10Bを配置した。しかし、図19、20に示すように、各磁極が回転方向の同一位置に位置するように第1及び第2回転体10A、10Bを配置し、かつ上記第1実施形態と同様な図4のように構成した磁気抵抗素子20、30すなわち人工格子膜22、32（磁気抵抗部）を同回転体10A、10Bの着磁面に対向するとともに、回転方向に磁極幅のほぼ半分だけ互いにずれるように配置してもよい。そして、磁気抵抗素子20の電極24と磁気抵抗素子30の電極33とをリード線53によって接続することにより磁気抵抗素子22、23を直列接続し、磁気抵抗素子20の電極23と磁気抵抗素子30の電極34とをリード線51、52を介して電気回路60に接続するようにする。

【0040】このように構成しても、上記第2実施形態の第1及び第2磁気抵抗部22a、22bにそれぞれ対応する人工格子膜22、23と第1及び第2回転体10、

A、10BのN極及びS極の各磁極に対する各相対位置は、上記第2実施形態と同様に、人工格子膜22が第1回転体10Aの磁極の中心に対向して位置するとき、人工格子膜32は第2回転体10BのN極及びS極の境界に対向して位置するようになる。したがって、第1及び第2回転体10A、10Bの回転に伴って取り出される信号波形は図7(E)のようになり、上記第2実施形態と同様な効果が期待される。

【0041】（変形例2）上記第2実施形態において、人工格子膜22の第1及び第2磁気抵抗部22a、22bを同一に構成するようにしたが、図21、22に示すように、第2磁気抵抗部22bを第1磁気抵抗部22aより長く形成するとともに、第1及び第2回転体10A、10Bの各磁極の中心の間隔を同回転体10A、10Bの回転方向に磁極幅の半分より小さく又は大きくしておく（例えば、磁極幅の3分の1に設定しておく）。

【0042】これによれば、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bを通過する磁界の強さは図14(A)(C)に示すように互いに $\pi/2$ だけ位相のずれた正弦波状に変化する。そして、第1磁気抵抗部22aが第1回転体10Aの各磁極の境界に対向する位置にきたとき、同抵抗部22aの抵抗値が大きくなり、図14(B)のように変化する。また、第2磁気抵抗部22bが第2回転体10Bの各磁極の境界に対向する位置にきたとき、同抵抗部22bの抵抗値は前記第1磁気抵抗部22aのそれよりも大きくなり、図14(D)のように変化する。その結果、電極23、24間に現れかつ図17の比較器62に入力されるパルス列信号は、図14(E)に示すように、その電圧レベルを第1磁気抵抗部22aと第2磁気抵抗部22bとで異ならせたものになる。

【0043】そして、図17に破線で示すように、方向判定回路68をリード線51に接続しておいて、比較器62に供給されるパルス列信号を入力するようにすれば、方向判定回路68はレベルの異なるパルス信号と位相（発生順序）により第1及び第2回転体10A、10Bの回転方向も検出できるようになる。

【0044】また、この変形例2においては、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bの幅を同一にして長さを異ならせるようにしたが、両抵抗部22a、22bの幅を異ならせても抵抗値を異ならせることができるので、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bの幅を異ならせるようにしてもよい。さらに、第1及び第2磁気抵抗部22a、22bから第1及び第2回転体10A、10Bの着磁面までの距離を異ならせるようにして、第1及び第2回転体10A、10Bの回転に伴うパルス列信号のレベルを第1磁気抵抗部22aと第2磁気抵抗部22bとで異ならせるようにしてもよい。すなわち、上記第1実施形態の変形例4の場合と同様に、第1及び第2回転体10A、10Bの磁界の強さに対する第1及び第2磁



気抵抗部22a、22bの抵抗値の最大値を異ならせるようにすればよい。

【0045】また、この変形例2においても、一つの磁気抵抗素子10A内に第1及び第2磁気抵抗部22a、22bを直列に設けるようにしたが、各磁気抵抗部22a、22bを別々の磁気抵抗素子内にそれぞれ設けて、同各磁気抵抗部22a、22bが第1及び第2回転体10A、10Bの着磁面に一直線上にて対向するように配置するようにしてもよい。

【0046】さらに、上記第2実施形態の変形例1における第1及び第2磁気抵抗素子20、30の各人工格子膜(第1及び第2磁気抵抗部)22、32の長さ、幅、着磁面との距離など、第1及び第2回転体10A、10Bの磁界の強さに対する各人工格子膜(第1及び第2磁気抵抗部)22、32の抵抗値の最大値を異ならせるようにしてもよい。これによっても、電極23、24間に現れかつ図17の比較器62に入力されるパルス列信号は、図14(E)に示すように、その電圧レベルにて各人工格子膜22、32毎に異ならせることができ、第1及び第2回転体10A、10Bの回転方向をも検出できる

ようになる。  
【0047】(その他の変形例)上記第2実施形態及びその変形例1、2においても、上記第1実施形態の変形例1(図8)と同様に、定電流源回路61を用いた回路に代えて定電圧源回路64を用いた電圧回路60に変更するようにしてもよい。また、上記第1実施形態の変形例2(図9)のように、第1及び第2回転体10A、10Bの各上面にN極及びS極を等間隔に回転方向に沿って着磁するとともに、磁気抵抗部22a、22bを、それらの磁気抵抗素子20Aの面が着磁面に垂直かつ径方向を向くように配置するようにしてもよい。また、上記第1実施形態の変形例3(図10、11)に示すように、着磁面に水平な磁界の変化を利用することもできる。

【0048】なお、上記第2実施形態及びその変形例1においては、第1及び第2磁気抵抗部22a、22b又は人工格子膜22、32の回転方向の間隔を磁極幅の半分に設定するようにしたが、直列接続した各磁気抵抗部22a、22b又は人工格子膜22、32により発生される合成パルス列信号の各パルスが重ならないようにすれば、前記各磁気抵抗部22a、22b又は人工格子膜22、32の回転方向の間隔を磁極幅の半分以外の値に設定してもよい。

【0049】また、上記第2実施形態及びその変形例1においては、第1回転体10AのN極及びS極の各磁極に対する第2回転体10BのN極及びS極の各磁極の回転方向の相対位置、又は磁気抵抗素子20(人工格子膜22)に対する磁気抵抗素子30(人工格子膜32)の回転方向の相対位置の一方のみを第1及び第2回転体10A、10Bの回転方向にずらした。しかし、前記両相

対位置を第1及び第2回転体10A、10Bの回転方向にずらし、磁気抵抗素子20(人工格子膜22)が第1回転体10Aの磁極の中心に対向して位置するとき、磁気抵抗素子30(人工格子膜32)は第2回転体10BのN極及びS極の境界を含む第2回転体10Bの磁極の中心から外れて位置するように配置してもよい。

【0050】また、回転体10の着磁面に対向させる第1及び第2磁気抵抗部22a、22b及び磁気抵抗素子20、30(人工格子膜22、32)の数を3以上にしてもよい。これによれば、回転体10の回転より一磁極当たり3個以上のパルス信号を取り出すことができるようになり、回転体10のより低速な回転を精度よく検出できるようになる。

【0051】また、上記第2実施形態の変形例1、2においては、第1及び第2回転体10A、10Bを軸方向に所定の距離だけ隔てて配置するようにした。しかし、図23に示すように、第1及び第2回転体10A、10Bを軸方向に密着又は一体的に構成するようにしてもよい。なお、図23は第1及び第2回転体10A、10Bの各磁極が磁極幅の半分だけ回転方向にずれた例を示してあるが、前記変形例1のように第1及び第2回転体10A、10Bの各磁極が回転方向の同一位置にある場合も、前記変形例2のように第1及び第2回転体10A、10Bの各磁極の中心の間隔を同回転体10A、10Bの回転方向の磁極幅の半分より小さく又は大きくしておく場合にも同様である。そして、これらの場合には、磁界の強さに応じて抵抗値の大きく変化する磁気抵抗部22a、22bのみが各磁極の中心から外側端部までの範囲にはば対向するように磁気抵抗素子20Aを構成することが好ましい。すなわち、第1及び第2回転体10A、10Bの軸方向の境界近傍に磁界の強さに応じて抵抗値が大きく変化する磁気抵抗部22a、22bが対向しないようにすることが好ましい。

【0052】また、上記第2実施形態及び各種変形例においても、人工格子膜22、32、72、73を有する磁気抵抗素子20、30、70を用いるようにしたが、比較的感度の高い磁気抵抗素子であって複数の磁気抵抗素子を配置しても、パルス信号が重ならずに取り出すことができれば、他の磁気抵抗手段を用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る磁気式回転検出装置の概略斜視図である。

【図2】 図1の一部を直線的に展開して示した拡大図である。

【図3】 図1の磁気式回転検出装置の組み付け状態の一例を示す断面図である。

【図4】 図1の磁気抵抗素子の模式図である。

【図5】 図1の磁気抵抗素子の磁界の強さに対する抵抗値の変化特性の一例を示すグラフである。

【図6】 図1の磁気抵抗素子に接続した電気回路の一例を示す回路図である。

【図7】 (A)は一方の磁気抵抗素子に対する磁界の強さの変化を示すタイムチャートであり、(B)は一方の磁気抵抗素子の抵抗値の変化を示すタイムチャートであり、(C)は他方の磁気抵抗素子に対する磁界の強さの変化を示すタイムチャートであり、(D)は他方の磁気抵抗素子の抵抗値の変化を示すタイムチャートであり、(E)は両磁気抵抗素子により得られるパルス列信号例である。

【図8】 図6の電気回路の変形例を示す回路図である。

【図9】 図1の磁気式回転検出装置の変形例を示す概略斜視図である。

【図10】 同磁気式回転検出装置の他の変形例を示す展開斜視図である。

【図11】 同磁気式回転検出装置のさらに他の変形例を示す展開斜視図である。

【図12】 (A)(B)は前記磁気抵抗素子の変形例を示す模式図である。

【図13】 前記磁気抵抗素子の他の変形例を示す模式図である。

【図14】 (A)は一方の磁気抵抗素子に対する磁界の強さの変化を示すタイムチャートであり、(B)は一方の磁気抵抗素子の抵抗値の変化を示すタイムチャートであり、(C)は他方の磁気抵抗素子に対する磁界の強さの変化を示すタイムチャートであり、(D)は他方の磁気抵抗素子の抵抗値の変化を示すタイムチャートであり、(E)は両磁気抵抗素子により得られるパルス列信号例であ \*

＊る。

【図15】 本発明の第2実施形態に係る磁気式回転検出装置の概略斜視図である。

【図16】 図15の磁気抵抗素子の模式図である。

【図17】 図15の磁気抵抗素子に接続した電気回路の一例を示す回路図である。

【図18】 (A)～(C)は、図15の一部を直線的に展開するとともに、磁気抵抗素子と回転体との相対回転位置をずらして示した拡大図である。

10 【図19】 本発明の第2実施形態の変形例に係る磁気式回転検出装置の概略斜視図である。

【図20】 図19の一部を直線的に展開して示した拡大図である。

【図21】 本発明の第2実施形態の他の変形例に係る磁気抵抗素子の模式図である。

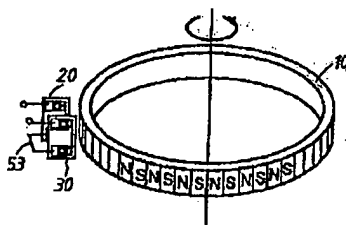
【図22】 同他の変形例に係る回転体の一部を直線的に展開して示した拡大図である。

【図23】 同第2実施形態に係る第1及び第2回転体の変形例を示す展開図である。

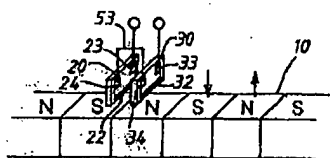
20 【符号の説明】

10、10A、10B…回転体、20、20A、30、70…磁気抵抗素子、22、32、72、73…人工格子膜（磁気抵抗部）、22a、22b…磁気抵抗部、23、24、33、34、74、75…電極、51、52、53…リード線、60…電気回路、61…定電流源回路、62…比較器、63、66…基準電圧源、64…定電圧源回路、65…抵抗、67…比較器、68…方向判定回路。

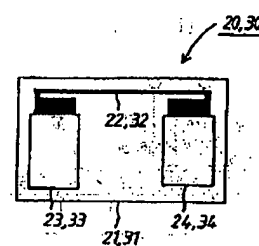
【図1】



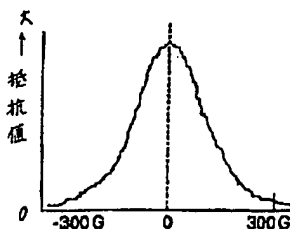
【図2】



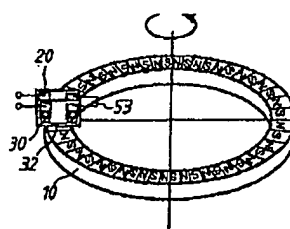
【図4】



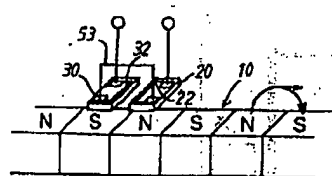
【図5】



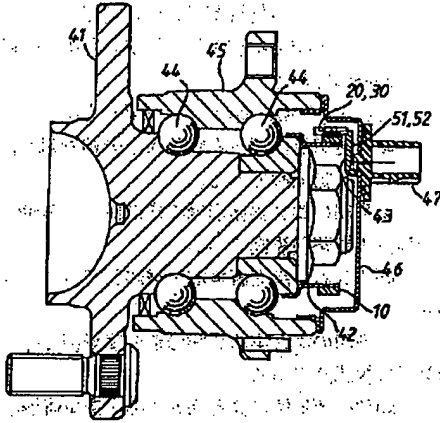
【図9】



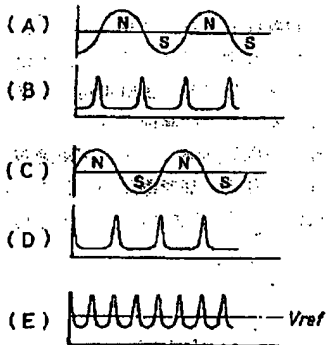
【図10】



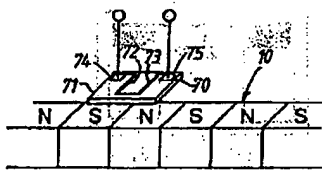
【圖3】



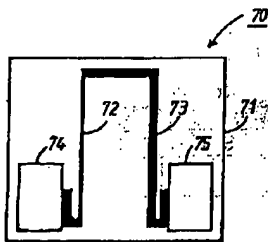
【圖7】



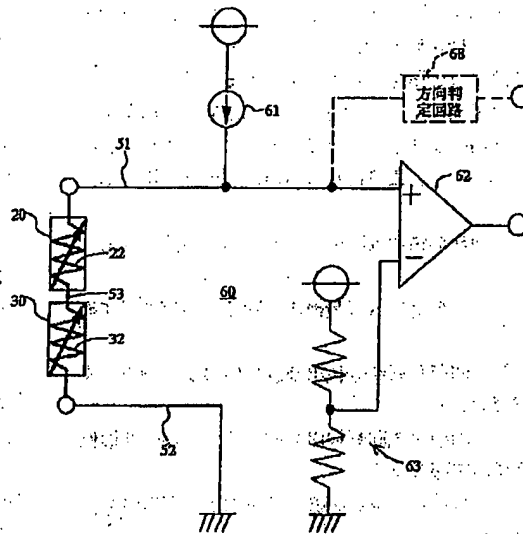
【圖11】



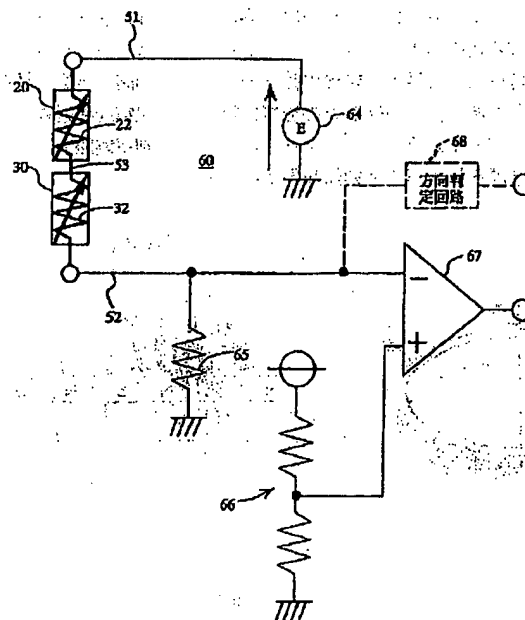
【圖13】



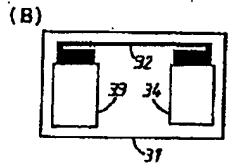
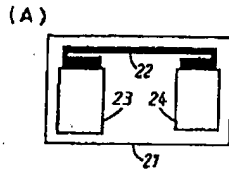
【圖6】



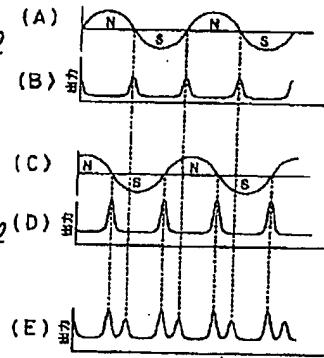
【圖8】



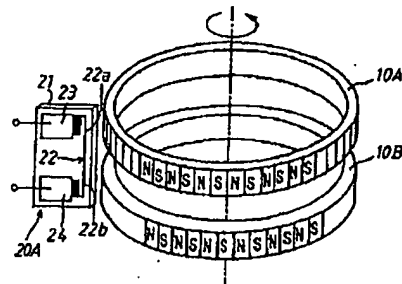
【図12】



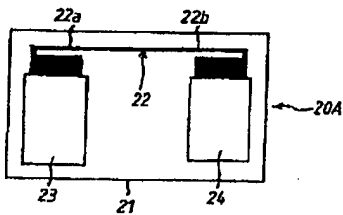
【図14】



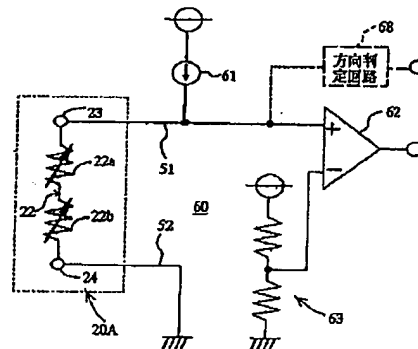
【図15】



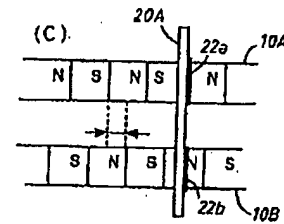
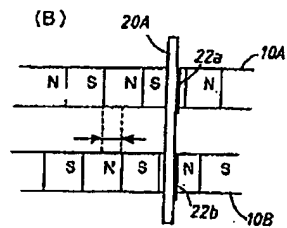
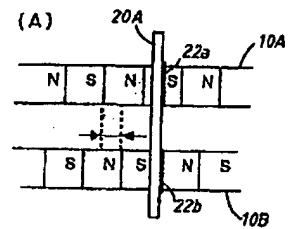
【図16】



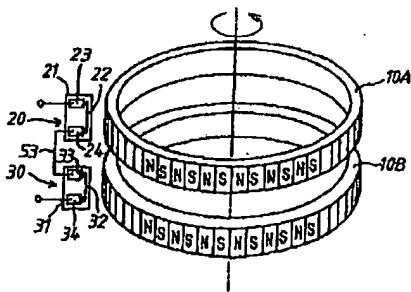
【図17】



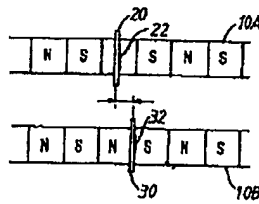
【図18】



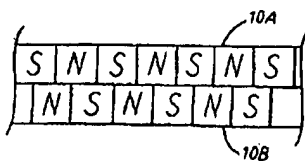
【図19】



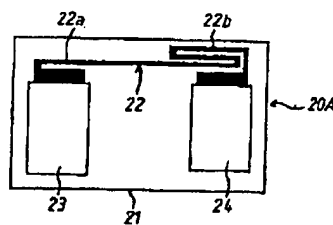
【図20】



【図23】



【図21】



【図22】

